

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DEVICE AND METHOD FOR MACRO-INSPECTION OF WAFER

Patent Number: JP2000207562
Publication date: 2000-07-28
Inventor(s): UEDA YASUHIRO
Applicant(s): SHARP CORP
Requested Patent: ☐ JP2000207562
Application Number: JP19990012084 19990120
Priority Number(s):
IPC Classification: G06T7/00; H01L21/66
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a wafer macro-inspection device by which pseudo defect owing to the influence of a random pattern part is suppressed and a macro-inspection is executed with high precision.

SOLUTION: The wafer macro-inspection includes an illumination part 12 for irradiating a wafer 10 to be inspected, a CCD camera 15 for picking-up the image of the wafer 10 and an image processing part 19 for extracting image data of the repeated pattern part of the wafer 10 to be inspected from an image signal which is outputted by the camera 15 and judging the propriety of the wafer 10 based on image data of the extracted repeated pattern part.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-207562
(P2000-207562A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62	4 0 5 A 4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	J 5 B 0 5 7
			Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-12084

(22) 出願日 平成11年1月20日 (1999.1.20)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 上田 泰広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

Fターム (参考) 4M106 A4D1 BA20 CA38 CA41 DB04

DB13 DB19 DJ12 DJ18 DJ20

5B057 AA03 BA02 BA23 CC02 CH08

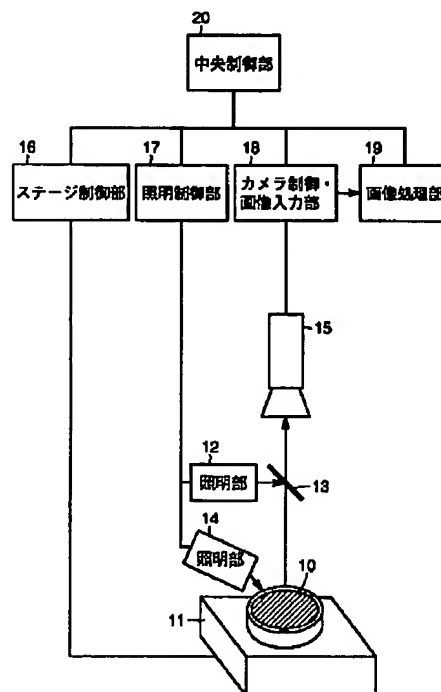
DA03 DC19 DC22

(54) 【発明の名称】 ウェハのマクロ検査装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることができ、高精度のマクロ検査が可能なウェハのマクロ検査装置を提供すること。

【解決手段】 ウェハのマクロ検査装置は、被検査ウェハ10を照射する照明部12と、被検査ウェハ10を撮像するCCDカメラ15と、CCDカメラ15によって出力された画像信号から被検査ウェハ10の繰り返しパターン部の画像データを抽出し、この抽出された繰り返しパターン部の画像データに基づいて被検査ウェハ10の良否を判定する画像処理部19を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査ウェハを照射するための照明手段と、

前記被検査ウェハを撮像するための撮像手段と、

前記撮像手段によって出力された画像信号から前記被検査ウェハの繰返しパターン部の画像データを抽出するための抽出手段と、

前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データに基づいて前記被検査ウェハの良否を判定するための良否判定手段とを含むウェハのマクロ検査装置。

【請求項2】 前記良否判定手段は、抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから特性値を算出するために特性値算出手段と、

前記特性値算出手段によって算出された特性値に基づいて前記被検査ウェハの良否を判定するための被検査ウェハ良否判定手段とを含む、請求項1記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項3】 前記特性値算出手段は、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度分散値を算出するための分散値算出手段を含む、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項4】 前記特性値算出手段は、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段を含む、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項5】 前記特性値算出手段は、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度標準偏差値を算出するための標準偏差値算出手段を含む、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項6】 前記特性値算出手段は、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度分散値を算出するための分散値算出手段と、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段とを含む、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項7】 前記特性値算出手段は、前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度標準偏差値を算出するための標準偏差値算出手段と、

前記抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段とを含む、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項8】 前記抽出手段は、前記撮像手段によって出力された画像信号から各画素の輝度をX方向に射影したヒストグラムおよびY方向に射影したヒストグラムを作成するためのヒストグラム作成手段と、

前記ヒストグラム作成手段によって作成されたヒストグ

ラムに基づいて前記繰返しパターン部の画像データを抽出するための被検査領域抽出手段とを含む、請求項1～7のいずれかに記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項9】 前記ウェハのマクロ検査装置はさらに、良品サンプルウェハの画像信号から前記良品サンプルウェハの繰返しパターン部の領域を抽出するための繰返しパターン部抽出手段を含み、

前記抽出手段は、前記繰返しパターン部抽出手段によって抽出された繰返しパターン部の領域に基づいて被検査ウェハの繰返しパターン部を抽出するための手段を含む、請求項1～7のいずれかに記載のウェハのマクロ検査装置。

【請求項10】 被検査ウェハを照射するステップと、前記被検査ウェハを撮像するステップと、前記撮像によって得られた画像信号から前記被検査ウェハの繰返しパターン部の画像データを抽出するステップと、

前記抽出された繰返しパターン部の画像データに基づいて前記被検査ウェハの良否を判定するステップとを含むウェハのマクロ検査方法。

【請求項11】 前記被検査ウェハの繰返しパターン部の画像データを抽出するステップは、前記撮像によって得られた画像信号から各画素の輝度をX方向に射影したヒストグラムおよびY方向に射影したヒストグラムを作成するステップと、

前記作成されたヒストグラムに基づいて前記繰返しパターン部の画像データを抽出するステップとを含む、請求項10記載のウェハのマクロ検査方法。

【請求項12】 前記ウェハのマクロ検査方法はさらに、良品サンプルウェハの画像信号から前記良品サンプルウェハの繰返しパターン部の領域を抽出するステップを含み、

前記繰返しパターン部の画像データを抽出するステップは、前記抽出された良品サンプルウェハの繰返しパターン部の領域に基づいて前記被検査ウェハの繰返しパターン部を抽出するステップを含む、請求項10記載のウェハのマクロ検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光・現像不良やレジストの塗布不良等によって発生するウェハのマクロ欠陥の検出技術に関し、特に、チップ内にメモリセル群等の繰返しパターンを含んだウェハのマクロ検査装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報機器や家電機器に多くの半導体集積回路が搭載されており、半導体集積回路の需要は多大なものとなっている。半導体集積回路のチップが形成されたウェハの欠陥をいかに高速に検出できるかが、半導体集積回路の生産性に与える影響は大きい。

【0003】図13(a)～図13(c)は、チップが形成されるウェハを拡大した図である。図13(a)に示すように、ウェハ上には複数のチップが形成されており、点線で囲まれるショット(図13(a)においては、 2×2 の計4個のチップ)と呼ばれる単位で露光が行なわれる。図13(b)は、その1つのショットに含まれるチップを示している。さらに、ショットに含まれる1つのチップに含まれる回路は、図13(c)に示すように、チップの中央部に配置された格子状の繰り返しパターンによって構成されるメモリセル部100と、メモリセル部100の周辺に配置されたランダムなパターンによって構成される周辺回路部101とに大別することができる。繰り返しパターンの回路とランダムパターンの回路とを含んだチップが形成されるウェハをパターン付きウェハと呼ばれる。

【0004】パターン付きウェハの外観検査において、どの程度の大きさの欠陥を検査対象とするか、またはどのような現われ方の欠陥を検査対象とするかによって、ミクロ欠陥検査とマクロ欠陥検査とに分類される。マクロ欠陥は、図14(a)に示すように、ウェハの全体または複数のチップにまたがって広範囲に現れるようなレジストの塗布不良や、ショット単位で現れる露光・現像不良等が原因となる。一方、ミクロ欠陥は、図14(b)に示すように、メモリセル部や周辺回路部に現れる数ミクロン～サブミクロンサイズの微小な異物、キズ、またはパターン欠陥等が原因となる。

【0005】このうち、ミクロ欠陥検査においては、高解像度の撮像部によってチップの撮像を行い、得られた画像と予め用意された参照画像とを用いてダイソーダイ比較やセル比較等の比較処理を行う自動検査方法が広く実用化されている。

【0006】一方、マクロ欠陥検査においては、検査者が経験に基づいて、ウェハ面に現れる色むら等のマクロ異常を検出するという検査方法が採られていた。検査者は、チップを保持するステージの傾斜角度や照明の照射角度の調整が可能なマクロ検査装置を用い、検査対象であるウェハを回転させながらステージの傾斜角度や照明の照射角度を調整してウェハの観察がしやすい状態にした上で、ウェハの良否判定を目視によって行っていた。

【0007】したがって、検査者によって良否判定の基準や検査速度が異なるため、ウェハの品質やスループットにばらつきが生じるという問題点があった。また、絶対的な検査速度を上げるためには、検査者の絶対数を多くする必要があるという問題点もあった。さらには、長時間の検査によって、検査者に疲労等が発生するという問題点もあった。これらの問題点を解決するために、特開平8-247958号公報、特開平9-172044号公報、および特開平4-259849号公報の発明が開示されている。

【0008】特開平8-247958号公報に開示され

た発明は、ウェハの光強度データの測定時に、検査エリアの大きさに適合するようにXYステージの単位駆動量の設定の制御と自動可変ブラインドのブラインド幅の制御とを行い、光強度センサによってウェハの光強度を測定する。そして、測定された光強度データと予め求められているしきい値とを比較することによってウェハの良否を判定するものである。

【0009】また、特開平9-172044号公報に開示された発明は、受光部の前にスリットとピンホールとを設け、ウェハの微小領域からの反射光および散乱光を連続的信号として捉える。そして、この連続信号が予め設定されたしきい値の上下限を超えたウェハを不良とするものである。

【0010】さらには、特開平4-259849号公報に開示された発明は、対象物であるウェハからの正反射光および散乱光をそれぞれ受けて撮像し、その画像信号から濃淡輝度値の分散等の特徴量を抽出する。そして、求められた各特徴量に対して品種等の各条件により選択するとともに重み付けを行い、この選択重み付けされた各特徴量から対象物であるウェハの良否を判定するものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平9-172044号公報に開示された発明は、ウェハの微小領域からの反射光および散乱光を連続的信号として捉えるため、ウェハ表面を一樣に検査することになる。また、特開平4-259849号公報に開示された発明は、各チップ毎に画像データを分割し、チップ毎に特徴量を抽出してウェハの良否を判定している。しかし、上述したように、ウェハに形成されるチップ内に繰り返しパターン部とランダムパターン部とがある場合に、濃淡輝度値のばらつきが大きいランダムパターン部で発生するノイズの影響による疑似不良の発生を避けることができない。したがって、検査精度が低下するとともに、ウェハに含まれるチップ全体を検査するため、検査に要する時間が多大になるという問題点があった。

【0012】また、特開平8-247958号公報に開示された発明は、チップをROM部、RAM部、データバス部等の輝度分布が揃ったエリアに分割し、それらの領域の各々にしきい値を設けて検査を行っている。しかし、チップを多数の領域に分割し、それらの領域に別々のしきい値を設けて検査を行うため、検査に要する時間が多大となる。さらに、ランダムパターン部の濃淡輝度値のばらつきが大きいため、その部分のしきい値によっては疑似不良が発生することも考えられる。

【0013】レジストの塗布不良や露光・現像不良等の原因で発生するマクロ欠陥は、ウェハからの正反射光の観察時に、ウェハ面の濃淡輝度値のムラや上昇という現象で現れる。特に、チップ内の繰り返しパターン部において顕著に現れるという特徴がある。また、このような

マクロ欠陥は、ウェハ内の複数のチップにまたがって広範に発生するため、いずれかのチップ内の繰り返しパターン部がマクロ欠陥部に必ず含まれるという特徴もある。

【0014】マクロ検査においては、ミクロ欠陥のような微小な欠陥を撮像する必要がないため、入力画像の分解能をマクロ異常を捉えることができる程度に低くすることができ、1回の撮像でより広範な画像を撮像することによって検査速度の向上を図ることができる。すなわち、図15(a)に示すように、繰り返しパターン部のピッチ(たとえば、 $1\mu\text{m}$)に対して画像の分解能を十分に低くした場合(たとえば、 $100\mu\text{m}$)、繰り返しパターン部の濃淡輝度値が平均化されるため、比較的濃淡輝度値が平坦な画像が得られる。

【0015】一方、ランダムパターン部においては、配線幅やパターンデザインがランダムであるので、図15(b)に示すように、濃淡輝度値のばらつきが大きな画像が得られる。このため、繰り返しパターン部に比較して、ランダムパターン部で疑似不良が多く発生することが理解できる。

【0016】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、第1の目的は、ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることができ、高精度のマクロ検査が可能なウェハのマクロ検査装置を提供することである。

【0017】第2の目的は、検査の高速化が可能であり、生産性の向上および品質の安定を図ることが可能なウェハのマクロ検査装置を提供することである。

【0018】第3の目的は、ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることができ、高精度のマクロ検査が可能なウェハのマクロ検査方法を提供することである。

【0019】第4の目的は、検査の高速化が可能であり、生産性の向上および品質の安定を図ることが可能なウェハのマクロ検査方法を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載のウェハのマクロ検査装置は、被検査ウェハを照射するための照明手段と、被検査ウェハを撮像するための撮像手段と、撮像手段によって出力された画像信号から被検査ウェハの繰り返しパターン部の画像データを抽出するための抽出手段と、抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データに基づいて被検査ウェハの良否を判定するための良否判定手段とを含む。

【0021】良否判定手段は、抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データに基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることができ、高精度のマクロ検査が可能となる。

【0022】請求項2に記載のウェハのマクロ検査装置

は、請求項1記載のウェハのマクロ検査装置であって、良否判定手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから特性値を算出するために特性値算出手段と、特性値算出手段によって算出された特性値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するための被検査ウェハ良否判定手段とを含む。

【0023】被検査ウェハ良否判定手段は、特性値算出手段によって算出された特性値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、請求項1記載のウェハのマクロ検査装置よりもさらに検査の高速化が可能となる。

【0024】請求項3に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置であって、特性値算出手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度分散値を算出するための分散値算出手段を含む。

【0025】被検査ウェハ良否判定手段は、濃淡輝度分散値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、露光・現像不良等によって現れる繰り返しパターン部の濃淡輝度値のむら等によるマクロ欠陥を検出することが可能となる。

【0026】請求項4に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置であって、特性値算出手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段を含む。

【0027】被検査ウェハ良否判定手段は、濃淡輝度平均値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、レジストの塗布不良等によって現れる繰り返しパターン部における濃淡輝度値の様な上昇または下降等によるマクロ欠陥を検出することが可能となる。

【0028】請求項5に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置であって、特性値算出手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度標準偏差値を算出するための標準偏差値算出手段を含む。

【0029】被検査ウェハ良否判定手段は、濃淡輝度標準偏差値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、露光・現像不良等によって現れる繰り返しパターン部の濃淡輝度値のむら等によるマクロ欠陥を検出することが可能となる。

【0030】請求項6に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置であって、特性値算出手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度分散値を算出するための分散値算出手段と、抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段とを含む。

【0031】被検査ウェハ良否判定手段は、濃淡輝度分散値および濃淡輝度平均値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、露光・現像不良等によって現れる繰

り返しパターン部の濃淡輝度値のむら等によるマクロ欠陥や、レジストの塗布不良等によって現れる繰り返しパターン部における濃淡輝度値の様な上昇または下降等によるマクロ欠陥を同時に検出することが可能となる。

【0032】請求項7に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項2記載のウェハのマクロ検査装置であって、特性値算出手段は抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度標準偏差値を算出するための標準偏差値算出手段と、抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の画像データから濃淡輝度平均値を算出するための平均値算出手段とを含む。

【0033】被検査ウェハ良否判定手段は、濃淡輝度標準偏差値および濃淡輝度平均値に基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、露光・現像不良等によって現れる繰り返しパターン部の濃淡輝度値のむら等によるマクロ欠陥や、レジストの塗布不良等によって現れる繰り返しパターン部における濃淡輝度値の様な上昇または下降等によるマクロ欠陥を同時に検出することが可能となる。

【0034】請求項8に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項1～7のいずれかに記載のウェハのマクロ検査装置であって、抽出手段は撮像手段によって出力された画像信号から各画素の輝度をX方向に射影したヒストグラムおよびY方向に射影したヒストグラムを作成するためのヒストグラム作成手段と、ヒストグラム作成手段によって作成されたヒストグラムに基づいて繰り返しパターン部の画像データを抽出するための被検査領域抽出手段とを含む。

【0035】被検査領域抽出手段は、ヒストグラム作成手段によって作成されたヒストグラムに基づいて繰り返しパターン部の画像データを抽出するので、繰り返しパターン部の抽出を自動的に行うことが可能となる。

【0036】請求項9に記載のウェハのマクロ検査装置は、請求項1～7のいずれかに記載のウェハのマクロ検査装置であって、ウェハのマクロ検査装置はさらに良品サンプルウェハの画像信号から良品サンプルウェハの繰り返しパターン部の領域を抽出するための繰り返しパターン部抽出手段を含み、抽出手段は繰り返しパターン部抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の領域に基づいて被検査ウェハの繰り返しパターン部を抽出するための手段を含む。

【0037】繰り返しパターン部抽出手段によって抽出された繰り返しパターン部の領域に基づいて被検査ウェハの繰り返しパターン部を抽出するので、繰り返しパターン部の抽出が高速に行えるようになる。

【0038】請求項10に記載のウェハのマクロ検査方法は、被検査ウェハを照射するステップと、被検査ウェハを撮像するステップと、撮像によって得られた画像信号から前記被検査ウェハの繰り返しパターン部の画像データを抽出するステップと、抽出された繰り返しパター

ン部の画像データに基づいて被検査ウェハの良否を判定するステップとを含む。

【0039】抽出された繰り返しパターン部の画像データに基づいて被検査ウェハの良否を判定するので、ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることができ、高精度のマクロ検査が可能となる。

【0040】請求項11に記載のウェハのマクロ検査方法は、請求項10記載のウェハのマクロ検査方法であって、被検査ウェハの繰り返しパターン部の画像データを抽出するステップは撮像によって得られた画像信号から各画素の輝度をX方向に射影したヒストグラムおよびY方向に射影したヒストグラムを作成するステップと、作成されたヒストグラムに基づいて繰り返しパターン部の画像データを抽出するステップとを含む。

【0041】作成されたヒストグラムに基づいて繰り返しパターン部の画像データを抽出するので、繰り返しパターン部の抽出を自動的に行うことが可能となる。

【0042】請求項12に記載のウェハのマクロ検査方法は、請求項10記載のウェハのマクロ検査方法であって、ウェハのマクロ検査方法はさらに、良品サンプルウェハの画像信号から良品サンプルウェハの繰り返しパターン部の領域を抽出するステップを含み、繰り返しパターン部の画像データを抽出するステップは、抽出された良品サンプルウェハの繰り返しパターン部の領域に基づいて被検査ウェハの繰り返しパターン部を抽出するステップを含む。

【0043】抽出された繰り返しパターン部の領域に基づいて被検査ウェハの繰り返しパターン部を抽出するので、繰り返しパターン部の抽出が高速に行えるようになる。

【0044】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1におけるウェハのマクロ検査装置の概略構成を説明するためのブロック図である。このマクロ検査装置は、被検査ウェハ10が積載されるステージ11と、照明部12と、照明部12からの光を反射して上方から被検査ウェハ10を照射するハーフミラー13と、被検査ウェハ10からの反射光によって被検査ウェハ10の表面を撮像するCCD（Charge Coupled Device）カメラ15と、ステージ11をX-Y軸方向に位置調整するステージ制御部16と、照明部12の照度等を制御する照明制御部17と、CCDカメラ15の制御およびCCDカメラ15からの画像信号を画像データに変換するカメラ制御・画像入力部18と、カメラ制御・画像入力部18から出力された画像データに基づいてウェハの良否を判定する画像処理部19と、ウェハのマクロ検査装置の全体的な制御を行う中央制御部20とを含む。

【0045】照明部12とハーフミラー13とを用いて上方から被検査ウェハ10を照射する代わりに、照射部14を用いて斜めから被検査ウェハ10を照射するよう

にしても良い。また、ステージ制御部16は、ステージ11をX-Y軸方向に位置調整するが、必要に応じてZ軸（鉛直）方向に位置調整するようにしても良い。

【0046】カメラ制御・画像入力部18は、CCDカメラ15から出力される画像信号を2次元画像データ、たとえばM×N画素（1画素8ビットのデジタルデータ）の画像データに変換し、画像処理部19へ出力する。画像処理部19は、カメラ制御・画像入力部18によって出力された画像データから被検査領域を抽出し、その被検査領域の各々に対して画像特性値を算出し、被検査領域の特性基準値を用いて画像特性値の良否判定を行うことにより、被検査ウェハ10の良否を判定する。

【0047】図2は、図1に示す画像処理部19をさらに詳細に説明するためのブロック図である。画像処理部19は、良品サンプルデータ31からメモリセル等の繰返しパターン領域を抽出して登録する繰返しパターン領域自動抽出・登録部21と、繰返しパターン領域自動抽出・登録部21によって抽出された登録済み被検査領域を参照して被検査データ32から被検査領域を抽出する被検査領域抽出部22と、被検査領域抽出部22によって抽出された被検査領域の濃淡輝度平均値を算出する濃淡輝度平均値算出部23と、被検査領域抽出部22によって抽出された被検査領域の濃淡輝度分散値を算出する濃淡輝度分散値算出部24と、濃淡輝度分散値の基準を作成する濃淡輝度分散値基準作成部25と、濃淡輝度分散値基準作成部25によって作成された濃淡輝度分散値の基準34を参照して被検査ウェハ10の良否を判定する濃淡輝度分散値良否判定部26と、濃淡輝度平均値の基準を作成する濃淡輝度平均値基準作成部27と、濃淡輝度平均値基準作成部27によって作成された濃淡輝度平均値の基準35を参照して被検査ウェハ10の良否を判定する濃淡輝度平均値良否判定部28とを含む。

【0048】次に、良品サンプルウェハの繰返しパターン領域の抽出方法について説明する。最初の方法として、たとえば、カメラ制御・画像入力部18によって撮像して得られた良品サンプルウェハの画像データをTVモニタ等の表示画面上に表示する。そして、作業者が表示画面上に表示された良品サンプルウェハの画像の中から繰返しパターンを見つけ出し、マウス等の入力デバイスによって繰返しパターンを指定することによって、繰返しパターンの抽出が行われる。

【0049】良品サンプルウェハの繰返しパターンの指定方法としては、たとえば繰返しパターンの形状が四角形の場合には角4点をクリックするか、または対角の2点（矩形の場合）をクリックすることによって行なわれる。指定された繰返しパターンの抽出方法は公知の画像処理技術によって可能であるので、ここでの詳細な説明は省略する。なお、抽出する繰返しパターンの形状は、四角形に限られるものではなく、三角形、多角

形、円、または楕円等であっても良い。

【0050】また、良品サンプルウェハの繰返しパターンの抽出方法として、繰返しパターン内の任意の1点または特定の1点を抽出するようにしても良い。上述したように、マクロ欠陥は複数のチップにまたがって現れるため、繰返しパターン部の任意の1点や、繰返しパターン部の重心位置等の特定の1点における濃淡輝度値を用いても不良部分がある程度の確率で検出することができるからである。この方法によれば、任意の1点または特定の1点以外の領域において不良部分がある場合には検出漏れとなるが、1つの繰返しパターンの検査領域を抽出する手間が大幅に削減されるという効果がある（四角形の角4点をクリックする場合に比べて、1/4程度の時間で抽出することが可能である）。

【0051】以上説明した手作業による処理を、繰返しパターン数だけ繰返すことによって良品サンプルウェハ上の被検査領域を抽出して登録することができる。しかし、近年ウェハの大口径化およびパターンルールの微細化が進むにしたがって、ウェハ上に形成されるチップの数が増加し、登録が必要となる被検査領域の数が増加する一方である。たとえば、1つのチップ（面積が30mm²）に繰返しパターン部が2つ含まれる場合、8インチのウェハ上には2000個以上もの繰返しパターン部が形成されることになる。このような膨大な数の被検査領域を、作業者が手作業により1つ1つ登録することは非常に非効率的であり、作業者にとって苦痛を伴うものである。また、検査するウェハの種類が変更される場合、セル自体の大きさ、チップの形成位置、およびウェハ上に形成されるチップの数も変化することがあるため、被検査領域の登録をやり直さなければならなくなる。

【0052】次に、良品サンプルウェハの繰返しパターン部の抽出を自動的に行う方法について説明する。図3は、繰返しパターン領域自動抽出・登録部21の処理手順を説明するためのフローチャートである。まず、繰返しパターン領域自動抽出・登録部21は、CCDカメラ15によって撮像された良品サンプルウェハの画像データを取得する。良品サンプルデータ31は、従来のマクロ検査等によって予め良品であることが確認されているウェハ10を、カメラ制御・画像入力部18によって撮像して得られた画像データである。

【0053】繰返しパターン領域自動抽出・登録部21は、取得した良品サンプルウェハの画像データに対してアフィン変換等のアライメント処理を行い、繰返しパターン部のエッジがX軸方向およびY軸方向に揃うようにする（S1）。次に、良品サンプルウェハの画像データに対して、ウェハ外の領域をマスキングして、繰返しパターン登録時におけるウェハ外の領域による影響をなくすようにする（S2）。

【0054】次に、マスキング処理後の画像データに対

してY軸方向に射影を行い、Y軸方向画素の累積平均濃淡輝度値 L を求め、そのヒストグラムを作成する(S3)。図4(a)は、良品サンプルウェハの画像データの一例を示している。この良品サンプルウェハには、複数の繰り返しパターン($8 \times 4 = 32$ 個)が形成されている。ウェハ内の実線が露光の単位であるショット間の境界を示しており、ウェハが4ショットで構成されている。また、ショット間境界内の点線はチップ間の境界を示しており、1ショットが4チップで構成されている。さらには、各チップ内には格子で示された繰り返しパターンが2個ずつ含まれている。

【0055】図4(b)は、累積平均濃淡輝度値-X座標特性を示しており、マスキング後の良品サンプルウェハの画像データをY軸方向に射影したものである。累積平均濃淡輝度値とは、各X座標における $Y=0 \sim Y_n$ の各画素の濃淡輝度値を累積し、その平均値を算出したものである。この処理はソフトウェアによって実現されるが、ハードウェアによって実現するのであれば、X座標およびY座標をそれぞれ画像データが格納されるメモリの行(RAW)アドレスおよび列(COLUMN)アドレスに対応させる。そして、X座標を固定してY座標を0から Y_n まで変化させながらメモリに格納される濃淡輝度値を読み出して加算すれば、そのX座標における累積平均濃淡輝度値 L を算出することができる。

【0056】このようにして算出された累積平均濃淡輝度値 L を、横軸のX座標に対応させてプロットすると、図4(b)に示す累積平均濃淡輝度値-X座標特性を示すヒストグラムを作成することができる。また、図4(b)に示すヒストグラムから、累積平均濃淡輝度値とその度数との関係を示すヒストグラム(図4(d)に示す)を作成することができる。このヒストグラムは、濃淡輝度値が低くなる繰り返しパターン部(累積平均濃淡輝度値が L_L の部分)に起因するピークと、濃淡輝度値が高くなるランダムパターン部(累積平均濃淡輝度値 L_H の部分)に起因するピークとにより構成される双峰性のグラフとなる。

【0057】次に、繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21は、累積平均濃淡輝度値-X座標特性を示すヒストグラムを用いて、累積平均濃淡輝度値 $L=L_H$ となるX座標を抽出する。繰り返しパターン部における濃淡輝度値は低く、ランダムパターン部における濃淡輝度値は高くなる傾向にあるため、図4(d)に示すように2つの峰を分割するように累積平均濃淡輝度値 L_H ($L_L < L_H < L_H$)を決定すれば、繰り返しパターン部とランダムパターン部との境界を抽出することができる。なお、本実施の形態においては、単に濃淡輝度値を用いるのではなく、累積平均濃淡輝度値を用いているため、低レベル L_L と高レベル L_H との差(ダイナミックレンジ)を大きくすることができ、 L_H の値を比較的簡単に決定することができる。

【0058】再び、図3に示すフローチャートの説明に戻る。次に、繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21は、累積平均濃淡輝度値 L_H を用いることによって、被検査領域のX座標を抽出する(S4)。たとえば、図4(a)に示すように、被検査領域のX座標(X_1, X_2)を求めることができる。

【0059】次に、マスキング処理後の画像データに対してX軸方向に射影を行い、X軸方向画素の累積平均濃淡輝度値 L を求め、図4(c)に示すようにそのヒストグラムを作成する(S5)。そして、被検査領域のX座標を抽出する処理と同様の処理を行って、被検査領域のY座標を抽出する(S6)。たとえば、図4(c)に示すように、被検査領域のY座標(Y_1, Y_2)を求めることができる。

【0060】次に、被検査領域のX座標およびY座標から、被検査領域の抽出を行う(S7)。図4(b)および図4(c)に示すように、被検査領域のX座標(X_1, X_2)およびY座標(Y_1, Y_2)が抽出されているので、被検査領域の4つの座標(X_1, Y_1)、(X_1, Y_2)、(X_2, Y_1)および(X_2, Y_2)を抽出することができる。

【0061】最後に作業者は、以上の処理によって得られた被検査領域の中に不要な被検査領域があれば、その被検査領域を削除して被検査領域の登録を終了する(S8)。この不要な被検査領域として、良品サンプルウェハの外周部やテストチップ等が挙げられる。

【0062】図5は、画像処理部19の処理手順を説明するためのフローチャートである。被検査領域抽出部22は、検査対象であるウェハの被検査データ32を入力し、被検査データ32に対してアライメントを行う。そして、被検査領域抽出部22は、繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21によって抽出された登録済み被検査領域33を教示データとして入力し、アライメント後の被検査データ32と登録済み被検査領域33とを比較することによって、検査対象のウェハの被検査領域(繰り返しパターン部)を抽出する(S11)。なお、繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21は、被検査領域抽出部22によって抽出された被検査領域を教示用データとして入力し、登録済み被検査領域33を適宜修正するようにしても良い。

【0063】次に、濃淡輝度平均値算出部23は、被検査領域抽出部22によって抽出された被検査領域の濃淡輝度平均値 Y_{AVG} を算出する(S12)。この濃淡輝度平均値 Y_{AVG} は、被検査領域内の各画素の輝度値の総和を求め、その総和を画素数で割ったものである。濃淡輝度平均値算出部23は、被検査ウェハ内の全ての被検査領域の濃淡輝度平均値を算出する。

【0064】次に、濃淡輝度分散値算出部24は、被検査領域抽出部22によって抽出された被検査領域の濃淡輝度分散値を算出する(S13)。この濃淡輝度分散値

は、被検査領域内の各画素の輝度値を Y_i とすると、被検査領域内の各画素の $(Y_i - Y_{AVE})^2$ の総和である。濃淡輝度分散値算出部24は、ウェハ内の全ての被検査領域の濃淡輝度分散値を算出する。

【0065】次に、濃淡輝度分散値良否判定部26は、ステップS13において算出された被検査領域の濃淡輝度分散値が濃淡輝度分散値の基準34の範囲内にあるか否かによって良否を判定する(S14)。被検査ウェハが良品であると判定された場合、ステップS15へ進む。また、被検査ウェハが不良品であると判定された場合、そのウェハを不良品に分類して検査を終了する(S17)。

【0066】ここで、上記濃淡輝度分散値の基準34の作成方法について説明する。濃淡輝度分散値基準作成部25は、良品サンプルウェハを用いて統計的に十分な数

$$DEV_{min} - \alpha \leq \text{被検査領域の濃淡輝度分散値} \leq DEV_{max} + \alpha \cdots (1)$$

このように、濃淡輝度分散値を用いて検査を行うことによって、露光・現像不良等によって現れる繰り返しパターン部の濃淡輝度値のむらによるマクロ欠陥を検出することが可能となる。また、繰り返しパターン部におけるキズ・異物の付着等によるマクロ欠陥がある場合にも濃淡輝度分散値が大きくなるため、これらの欠陥の検出も可能となる。なお、繰り返しパターン部のみを抽出せずに、被検査領域にランダムパターン部を含んだまま濃淡輝度分散値を算出してヒストグラムを作成すると、ランダムパターン部のノイズによって濃淡輝度分散値のばらつきが大きくなる。したがって、 $DEV_{min} - DEV_{max}$ の幅が広くなり、マクロ欠陥を見逃す可能性が高くなる。

【0068】次に、濃淡輝度分散値良否判定部26は、ステップS12において算出された被検査領域の濃淡輝度平均値が濃淡輝度平均値の基準35の範囲内にあるか否かによって良否を判定する(S15)。被検査ウェハが良品であると判定された場合、そのウェハを良品に分類して検査を終了する(S16)。また、被検査ウェハ

$$AVE_{min} - \beta \leq \text{被検査領域の濃淡輝度平均値} \leq AVE_{max} + \beta \cdots (2)$$

このように、濃淡輝度平均値を用いて検査を行うことによって、塗布不良等によって現れる繰り返しパターン部における濃淡輝度値の様な上昇または下降等によるマクロ欠陥を検出することが可能となる。なお、繰り返しパターン部のみを抽出せずに、被検査領域にランダムパターン部を含んだまま濃淡輝度平均値を算出してヒストグラムを作成すると、ランダムパターン部のノイズによって濃淡輝度平均値のばらつきが大きくなる。したがって、 $AVE_{min} - AVE_{max}$ の幅が広くなり、マクロ欠陥を見逃す可能性が高くなる。

【0071】以上説明したように、本実施の形態におけるウェハのマクロ検査装置によれば、マクロ欠陥が顕著に現れる繰り返しパターン部のみを抽出し、その濃淡輝度平均値および濃淡輝度分散値によって良品であるか否

の被検査領域の濃淡輝度分散値を算出する。この濃淡輝度分散値の算出は、ステップS13において説明したのと同じ処理によって行われる。濃淡輝度分散値基準作成部25は、良品サンプルウェハの被検査領域の濃淡輝度分散値から図6(a)に示すようなヒストグラムを作成する。図6(a)に示すように、このヒストグラムはある程度のばらつきを持った正規分布に近いグラフとなり、良品サンプルウェハの被検査領域の濃淡輝度分散値は最小値 DEV_{min} ～最大値 DEV_{max} のいずれかの値を有する。濃淡輝度分散値基準作成部25は、ウェハの工程のばらつきを考慮して以下のような濃淡輝度分散値の基準34を設定する。なお、工程のばらつきによる濃淡輝度分散値の許容誤差を α とする。

【0067】

が不良品であると判定された場合、そのウェハを不良品に分類して検査を終了する(S17)。

【0069】ここで、上記濃淡輝度平均値の基準35の作成方法について説明する。濃淡輝度平均値基準作成部27は、良品サンプルウェハを用いて統計的に十分な数の被検査領域の濃淡輝度平均値を算出する。この濃淡輝度分散値の算出は、ステップS12において説明したのと同じ処理によって行われる。濃淡輝度平均値基準作成部27は、良品サンプルウェハの被検査領域の濃淡輝度平均値から図6(b)に示すようなヒストグラムを作成する。図6(b)に示すように、このヒストグラムはある程度のばらつきを持った正規分布に近いグラフとなり、良品サンプルウェハの被検査領域の濃淡輝度平均値は最小値 AVE_{min} ～最大値 AVE_{max} のいずれかの値を有する。濃淡輝度平均値基準作成部25は、ウェハの工程のばらつきを考慮して以下のような濃淡輝度平均値の基準34を設定する。なお、工程のばらつきによる濃淡輝度平均値の許容誤差を β とする。

【0070】

かを判定するようにしたので、ランダムパターン部の影響による疑似不良を抑えることが可能になり、高精度のマクロ検査が行えるようになった。また、繰り返しパターン部のみを抽出して良品であるか否かを判定するので、検査面積の縮小による検査の高速化が可能となり、生産性の向上および品質の安定を図ることが可能となった。

(実施の形態2) 実施の形態1におけるウェハのマクロ検査装置は、良品サンプルウェハの被検査領域を抽出して予め登録しておき、この登録済み被検査領域33と被検査ウェハの被検査データ32とを比較することによって被検査領域を抽出するものである。しかし、被検査ウェハをステージ11に設置する時の位置座標が、良品サンプルウェハをステージ11に設置した時の位置座標と

異なると、実際の被検査領域（繰り返しパターン部）の位置と抽出された被検査領域の位置とがずれるため、正確な検査が行えなくなる。また、被検査ウェハの種類が変更される場合にはそのウェハの被検査領域の座標を登録し直す必要があるため、被検査ウェハの種類が頻繁に変更される状況下においては検査プログラムの変更またはメモリ内容の変更を頻繁に行わなければならない。

【0072】これらの問題のうち、前者はアフィン変換等の画像処理によって対応することもできるが、後者は作業者が検査プログラムまたはメモリ内容の変更を行わなければならないため、完全自動化が不可能となる。本発明の実施の形態2におけるウェハのマクロ検査装置は、これらの問題を解決したものである。

【0073】図7は、本発明の実施の形態2におけるウェハのマクロ検査装置の概略構成を説明するためのブロック図である。図2に示す実施の形態1におけるウェハのマクロ検査装置と比較して、画像処理部19内の繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21を削除した点、および被検査領域抽出部22を繰り返しパターン領域自動抽出部41に置換した点のみが異なる。したがって、画像処理部の参照符号を19'とし、重複する構成および機能の詳細な説明は繰返さない。

【0074】図8は、本実施の形態におけるウェハのマクロ検査装置の処理手順を説明するためのフローチャートである。図5に示す実施の形態1におけるウェハのマクロ検査装置のフローチャートと比較して、ステップS11がステップS21に置換された点のみが異なる。したがって、重複する処理手順の詳細な説明は繰返さない。

【0075】繰り返しパターン領域自動抽出部41は、被検査ウェハの被検査データ32を用いて被検査領域（繰り返しパターン）を抽出する（S21）。この被検査領域の抽出方法は、図3に示すフローチャートを用いて説明した方法と同じであるので詳細な説明は繰返さない。

【0076】以上説明したように、本実施の形態におけるウェハのマクロ検査装置によれば、実施の形態1において説明した効果に加えて、被検査領域の抽出がさらに

正確に行えるようになるため、検査の精度をさらに向上させることが可能となった。また、被検査ウェハの種類が頻繁に変更される状況下においてもウェハのマクロ検査を完全に自動化することが可能になった。

【0077】（実施の形態3）実施の形態1および2におけるウェハのマクロ検査装置は、濃淡輝度分散値による判定と濃淡輝度平均値による判定を別々に行っていたが、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置はこれらの判定を同時に行うものである。図9に示すように、濃淡輝度平均値を横軸に、濃淡輝度分散値を縦軸にして、複数の良品サンプルウェハ（統計的に十分有意な数のウェハ）の被検査領域の濃淡輝度平均値および濃淡輝度分散値を測定してプロットすると、楕円に近い形状のグラフが作成できる。これは、濃淡輝度平均値および濃淡輝度分散値がともに正規分布に近づくためである。

【0078】図10は、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置の概略構成を説明するためのブロック図である。図7に示す実施の形態2におけるウェハのマクロ検査装置と比較して、画像処理部19'内の濃淡輝度分散値基準作成部25、濃淡輝度分散値良否判定部26、濃淡輝度平均値基準作成部27および濃淡輝度平均値良否判定部28が、濃淡輝度分散値・平均値基準作成部51および濃淡輝度分散値・平均値良否判定部52に置換された点のみが異なる。したがって、画像処理部の参照符号を19'とし、重複する構成および機能の詳細な説明は繰返さない。

【0079】濃淡輝度分散値・平均値基準作成部51は、複数の良品サンプルウェハの被検査領域の濃淡輝度平均値および濃淡輝度分散値を測定し、濃淡輝度分散値の最小値および最大値をそれぞれ DEV_{min} および DEV_{max} とし、濃淡輝度平均値の最小値および最大値をそれぞれ AVE_{min} および AVE_{max} とする。そして、工程のばらつきを考慮して、濃淡輝度分散値の許容誤差 α および濃淡輝度平均値の許容誤差 β を付加することにより、以下の式で表される濃淡輝度分散値・平均値の基準53を作成する。

【0080】

$$\begin{aligned} & (\text{濃淡輝度平均値} - AVE_{mid})^2 / (AVE_{hmid} + \beta)^2 + \\ & (\text{濃淡輝度分散値} - DEV_{mid})^2 / (DEV_{hmid} + \alpha)^2 \leq 1 \dots (3) \end{aligned}$$

$$AVE_{mid} = (AVE_{max} + AVE_{min}) / 2 \dots (4)$$

$$AVE_{hmid} = (AVE_{max} - AVE_{min}) / 2 \dots (5)$$

$$DEV_{mid} = (DEV_{max} + DEV_{min}) / 2 \dots (6)$$

$$DEV_{hmid} = (DEV_{max} - DEV_{min}) / 2 \dots (7)$$

図11は、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置の処理手順を説明するためのフローチャートである。図8に示す実施の形態2におけるウェハのマクロ検査装置のフローチャートと比較して、ステップS14およびS15がステップS31に置換された点のみが異なる。したがって、重複する処理手順の詳細な説明は繰返さ

ない。

【0081】濃淡輝度分散値・平均値良否判定部52は、濃淡輝度平均値算出部23および濃淡輝度分散値算出部24によって算出された濃淡輝度平均値および濃淡輝度分散値が、濃淡輝度分散値・平均値基準作成部51によって作成された濃淡輝度分散値・平均値の基準53

の範囲内にあるか否かによって被検査ウェハの良否を判定する(S31)。被検査ウェハが良品であると判定された場合、そのウェハを良品に分類して検査を終了する(S16)。また、被検査ウェハが不良品であると判定された場合、そのウェハを不良品に分類して検査を終了する(S17)。

【0082】以上説明したように、本実施の形態におけるウェハのマクロ検査装置によれば、濃淡輝度分散値と濃淡輝度平均値とを同時に判定することにより、両値がボーダーライン上にあるような被検査領域に対しては不良品であると判定できるようになるので、実施の形態2におけるウェハのマクロ検査装置よりもさらに判定条件が厳しくなり、より精度の高い検査が行えるようになった。

【0083】以上、実施の形態1～3におけるウェハのマクロ検査装置について詳細に説明した。以下に、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置に実際の被検査ウェハを検査させた場合のデータについて説明する。なお、被検査領域の濃淡輝度分散値の代わりに濃淡輝度標準偏差値を用いているが、これによっても実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置と全く同じ効果が得られることを付け加えておく。

【0084】被検査の画像データとして、被検査ウェハ内の約50mm×50mmの領域を分解能が縦横ともに100μmのCCDカメラで撮像したものが使用され

$$0 \leq \text{被検査領域の濃淡輝度標準偏差値} \leq 9.101 \cdots (14)$$

$$74.46 \leq \text{被検査領域の濃淡輝度平均値} \leq 143.27 \cdots (15)$$

次に、不良品ウェハ内の被検査領域における濃淡輝度標準偏差値および濃淡輝度平均値について説明する。不良品ウェハ1は、ウェハの一部に露光・現像不良によるマクロ欠陥が発生しているものであり、被検査領域の幾つかに濃淡輝度値のムラが発生している。また、不良品ウェハ2は、ウェハの全面にレジスト塗布不良によるマクロ欠陥が発生しているものであり、ほぼ全ての被検査領域で濃淡輝度値の上昇が発生している。

【0088】不良品ウェハ1および不良ウェハ2の被検査領域における濃淡輝度標準偏差値および濃淡輝度平均値をプロットすると、図12(b)に示すグラフが得られる。なお、不良品ウェハ1内の被検査領域の値を△でプロットし、不良品ウェハ2内の被検査領域の値を□でプロットしている。

【0089】不良品ウェハ1の被検査領域における濃淡輝度値の各特性値は、以下に示す通りとなる。

【0090】不良品ウェハ1の濃淡輝度標準偏差値の最大値 $DEV_{\max} = 31.050$

不良品ウェハ1の濃淡輝度標準偏差値の最小値 $DEV_{\min} = 1.610$

不良品ウェハ1の濃淡輝度平均値の最大値 $AVE_{\max} = 145.98$

不良品ウェハ1の濃淡輝度平均値の最小値 $AVE_{\min} =$

る。ウェハ上のチップには繰り返しパターン部(メモリセル部)が2個含まれており、被検査画像データには約130箇所程度の被検査領域が含まれる。

【0085】最初に、良品サンプルウェハを用いて濃淡輝度標準偏差値および濃淡輝度平均値を求め、それぞれを縦軸および横軸としてプロットすると図12(a)に示すグラフが作成できる。良品サンプルから得られた値および工程のばらつきを考慮して設定された許容誤差は、以下に示す通りとなる。

【0086】良品ウェハの濃淡輝度標準偏差値の最大値 $DEV_{\max} = 4.101$

良品ウェハの濃淡輝度標準偏差値の最小値 $DEV_{\min} = 1.672$

良品ウェハの濃淡輝度平均値の最大値 $AVE_{\max} = 123.27$

良品ウェハの濃淡輝度平均値の最小値 $AVE_{\min} = 94.46$

濃淡輝度標準偏差値の許容誤差 $\alpha = 5.000$

濃淡輝度平均値の許容誤差 $\beta = 20.00$

良品サンプルから得られたこれらの値および許容誤差から、各規準値を作成すると以下の通りとなる。これらの基準値の範囲は、図12(a)内の楕円形点線枠で示されている。この楕円形点線枠の内側に入った被検査領域が良品として判定される。

【0087】

87.19

不良品ウェハ1の濃淡輝度標準偏差値の最大値 $DEV_{\max} (31.050)$ は、良品ウェハの $DEV_{\max} + \alpha (9.101)$ を大きく上回っているため、濃淡輝度分散値(濃淡輝度標準偏差値)による判定によって不良品と判定される。なお、不良品ウェハ1のマクロ欠陥はウェハの一部に発生しているため、被検査領域の一部は楕円形点線枠内に入っている。

【0091】また、不良品ウェハ2の被検査領域における濃淡輝度値の各特性値は、以下に示す通りとなる。

【0092】不良品ウェハ2の濃淡輝度標準偏差値の最大値 $DEV_{\max} = 9.422$

不良品ウェハ2の濃淡輝度標準偏差値の最小値 $DEV_{\min} = 2.314$

不良品ウェハ2の濃淡輝度平均値の最大値 $AVE_{\max} = 209.37$

不良品ウェハ2の濃淡輝度平均値の最小値 $AVE_{\min} = 162.68$

不良品ウェハ2の濃淡輝度標準偏差値の最大値 $DEV_{\max} (9.422)$ は、

良品ウェハの $DEV_{\max} + \alpha (9.101)$ をわずかに上回っているため、濃淡輝度分散値(濃淡輝度標準偏差値)による判定によって不良品と判定される。しかし、

工程のばらつきによる濃淡輝度標準偏差値の許容誤差 α に6.000が設定されていれば、濃淡輝度標準偏差値による判定は良品となり得る。

【0093】一方、不良品2の濃淡輝度平均値の最大値 AVE_{max} (209.37)は、良品の $AVE_{max} + \beta$ (143.27)を十分に上回っているため、濃淡輝度平均値による判定で不良品となる。なお、不良品ウェハ2のマクロ欠陥はウェハの全面に発生しているため、被検査領域の全てが楕円点線枠外に分布する。

【0094】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるウェハのマクロ検査装置の概略構成を説明するためのブロック図である。

【図2】画像処理部19をさらに詳細に説明するためのブロック図である。

【図3】繰り返しパターン領域自動抽出・登録部21の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図4】(a)は、良品サンプルウェハの画像データの一例を示す図である。(b)は、累積平均濃淡輝度値-X座標特性を示すグラフである。(c)は、累積平均濃淡輝度値-Y座標特性を示すグラフである。(d)は、累積平均濃淡輝度値とその度数の関係を示すグラフである。

【図5】画像処理部19の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図6】(a)は、良品サンプルウェハの濃淡輝度分散値とその度数との関係を示すヒストグラムである。

(b)は、良品サンプルの濃淡輝度平均値とその度数との関係を示すグラフである。

【図7】本発明の実施の形態2における画像処理部19'の概略構成を説明するためのブロック図である。

【図8】本発明の実施の形態2における画像処理部19'の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図9】濃淡輝度平均値と濃淡輝度分散値との関係を説明するためのグラフである。

【図10】本発明の実施の形態3における画像処理部19''の概略構成を説明するためのブロック図である。

【図11】本発明の実施の形態3における画像処理部19''の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図12】(a)は、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置に良品サンプルウェハを検査させた時に生成されるグラフを示す図である。(b)は、実施の形態3におけるウェハのマクロ検査装置に不良品ウェハを検査させた時に生成されるグラフを示す図である。

【図13】(a)は、ウェハ全体を示す図である。

(b)は、1つのショットに含まれるチップを示す図である。(c)は、1つのチップに含まれる回路構成を示す図である。

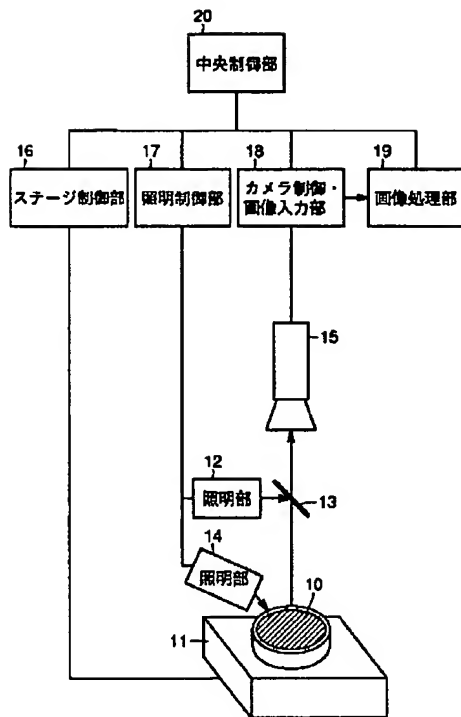
【図14】(a)は、マクロ欠陥の一例を示す図である。(b)は、ミクロ欠陥の一例を示す図である。

【図15】(a)は、ウェハ内の繰り返しパターン部における濃淡輝度値を説明するための図である。(b)は、ウェハ内のランダムパターン部における濃淡輝度値を説明するための図である。

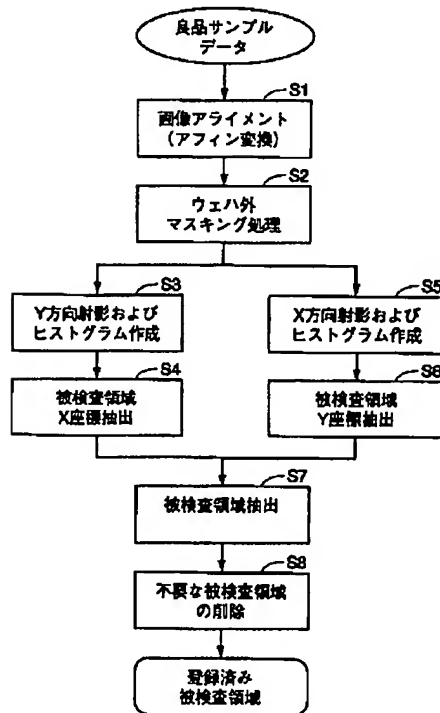
【符号の説明】

- 10 被検査ウェハ
- 11 ステージ
- 12, 14 照明部
- 13 ハーフミラー
- 15 CCDカメラ
- 16 ステージ制御部
- 17 照明制御部
- 18 カメラ制御・画像入力部
- 19 画像処理部
- 20 中央制御部
- 21 繰り返しパターン領域自動抽出・登録部
- 22 被検査領域抽出部
- 23 濃淡輝度平均値算出部
- 24 濃淡輝度分散値算出部
- 25 濃淡輝度分散値基準作成部
- 26 濃淡輝度分散値良否判定部
- 27 濃淡輝度平均値基準作成部
- 28 濃淡輝度平均値良否判定部
- 41 繰り返しパターン領域自動抽出部
- 51 濃淡輝度分散値・平均値基準作成部
- 52 濃淡輝度分散値・平均値良否判定部

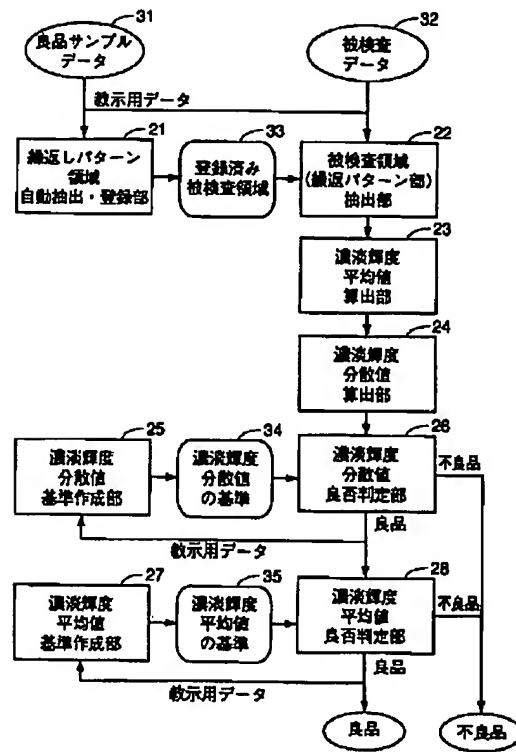
【図1】



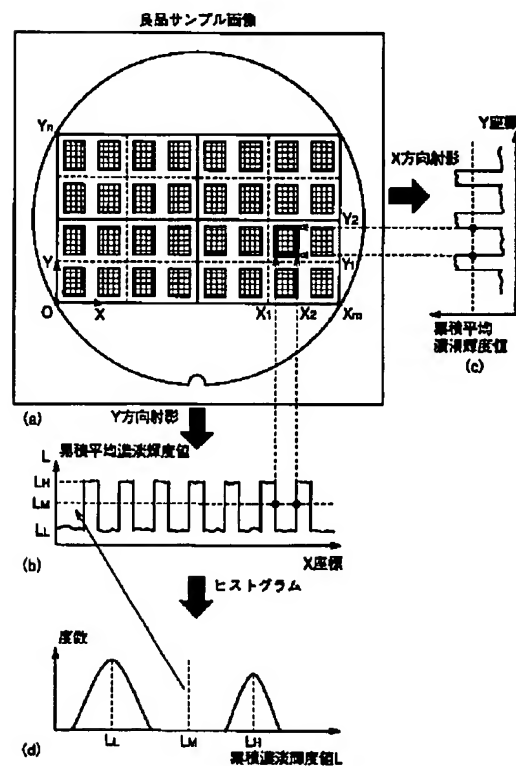
【図3】



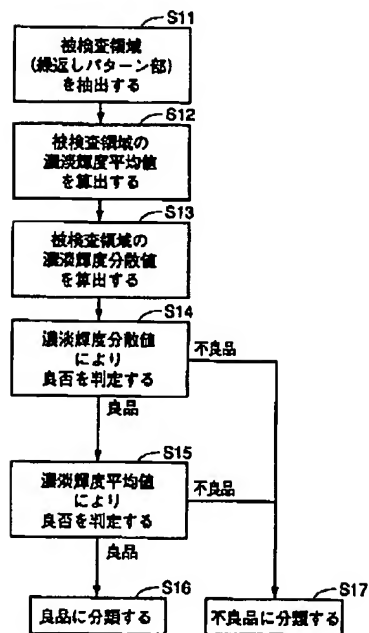
【図2】



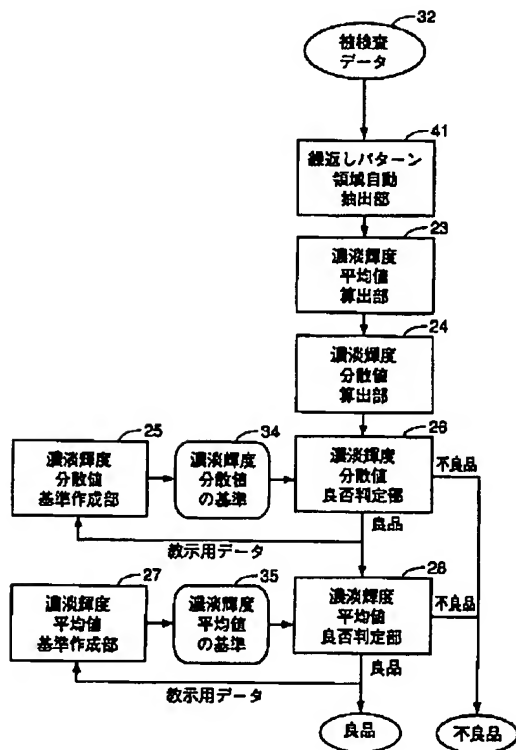
【図4】



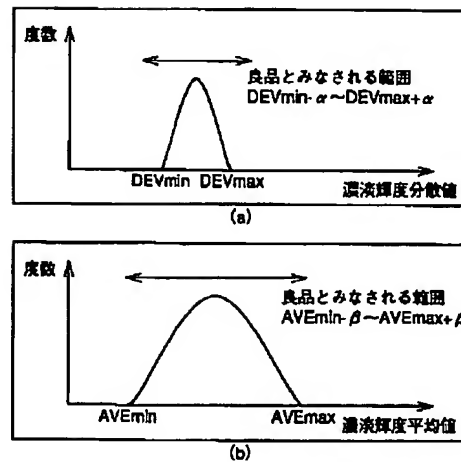
【図5】



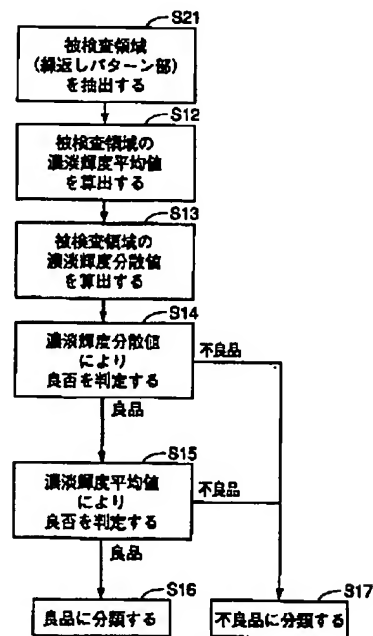
【図7】



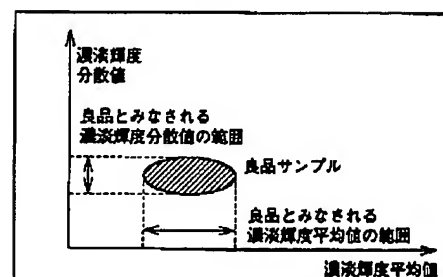
【図6】



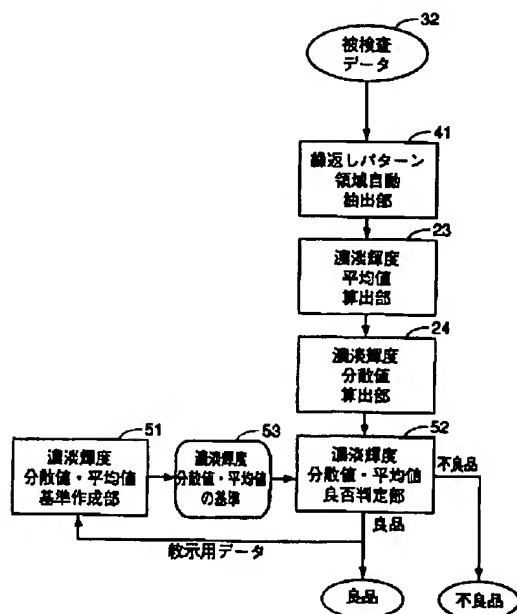
【図8】



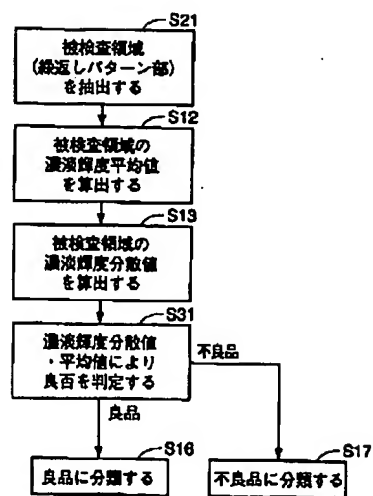
【図9】



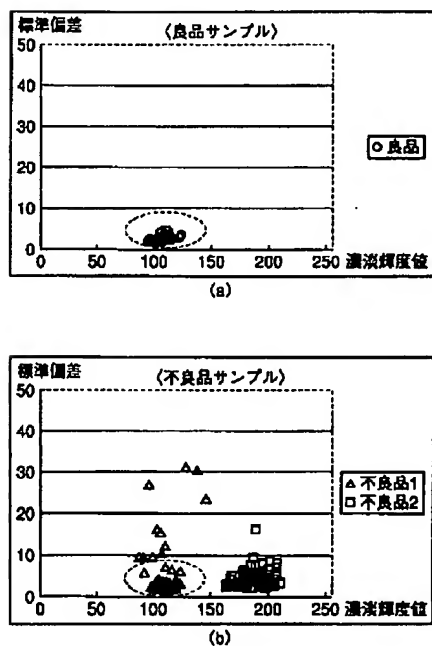
【図10】



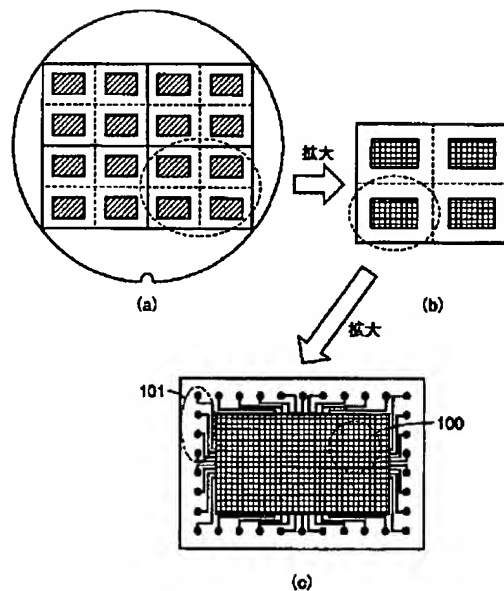
【図11】



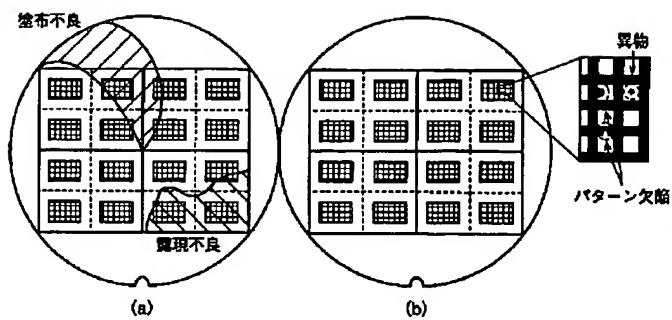
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

